

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОКСИДИРОВАННОГО ПОКРЫТИЯ ПРОШИВНЫХ ОПРАВОК НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СТОЙКОСТЬ

Ю. Л. Герасимов, С. В. Авдеев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Прошивная оправка является специализированным технологическим инструментом, предназначенным для получения полых заготовок в процессе поперечно-винтовой прокатки. При прошивке оправки испытывают экстремальные силовые и тепловые нагрузки.

В ходе изготовления прошивные оправки, применяемые на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», подвергаются окислительному отжигу для создания защитного плотного слоя окалины. Оксидный слой на поверхности оправки обладает смазывающими свойствами, позволяет снизить коэффициент трения, предотвратить схватывание заготовки и оправки, предохранить основной металл оправки от перегрева.

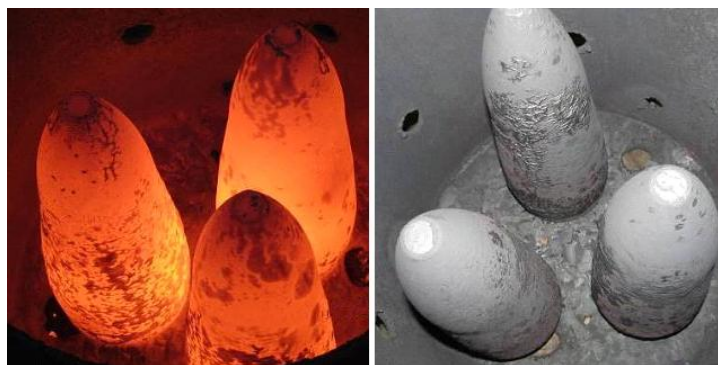
После проведения термообработки вследствие неконтролируемого печного окисления оксидная пленка на поверхности прошивных оправок зачастую имеет отслоения, вспучивания, местами наблюдается «шелушение» окалины, наличие красно-бурого цвета (рис. 1).

Цель работы: исследование влияния оксидированного покрытия прошивных оправок, применяемых на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», на их стойкость.

Объект исследований: оправки из ковanej заготовки стали 20ХН4ФА диаметром 120 мм.

В рамках 1-го этапа исследования подготавливались образцы размером $15 \times 10 \times 5$ мм, вырезанные в 3-х характерных местах оправки: в прошивной части, раскатном конусе и цилиндрическом пояске.

При содействии специалистов БНТУ (г. Минск), был проведен комплексный анализ оксидированного покрытия и стальной основы подготовленных образцов: металлографический, микродюрометрический, химический, микрорентгеноспектральный, фазовый рентгеноструктурный анализ, анализ механических свойств.



а)

б)

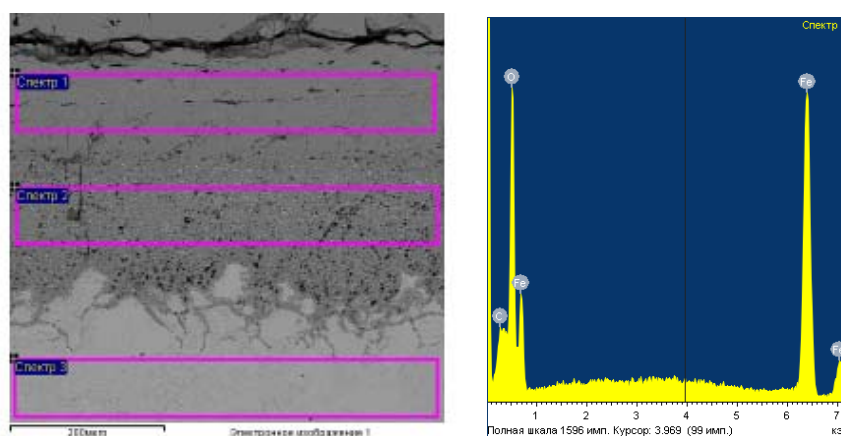
Рис. 1. Прошивные оправки в корзине шахтной печи:

а – после извлечения из печи; б – при охлаждении на воздухе

По результатам проведенных исследований было установлено, что структура металлической основы оправки состоит из феррито-перлитной смеси. При этом были выявлены остатки литой структуры, свидетельствующие о недостаточной степени укова заготовки. Твердость стальной основы оправки 22–23 HRC.

В состав покрытия входят оксиды железа, располагающиеся слоями в соответствии с уменьшением содержания кислорода в направлении от наружного слоя к внутреннему. Структура покрытия состоит из двух зон: верхней и нижней, причем на поверхности верхней зоны имеется тонкий (0,02–0,03 мм) слой, соответствующий оксиду Fe_2O_3 . В более глубоких слоях содержание кислорода снижается. Твердость верхней зоны покрытия 420–540 HV.

Нижняя зона покрытия имеет толщину 0,25 мм. Усредненные результаты микрорентгеноспектрального анализа показывают наличие никеля и хрома в нижней зоне покрытия (рис. 2). Твердость нижней зоны покрытия 370 HV.



Спектр	В стат.	C	O	Si	Cr	Fe	Ni	Итого
Спектр 1	Да	5,55	28,11			66,34		100,00
Спектр 2	Да	6,25	28,18	0,33	1,30	59,81	4,12	100,00
Спектр 3	Да	7,48		0,47	0,89	87,66	3,50	100,00

Рис. 2. Распределение элементов по зонам покрытия и в металлической основе

Фазовый анализ выявил наличие в структуре покрытия следующих фаз: магнетита Fe_3O_4 и гематита Fe_2O_3 . Линии вюститита FeO на дифрактограмме обнаружены не были. Результаты количественного фазового анализа (табл. 1) позволяют отметить, что магнетит присутствует в значительно меньшем количестве по сравнению с гематитом.

Таблица 1

Интегральная интенсивность дифракционных линий фаз покрытия

Интенсивность, отн. ед.				Интенсивность, %			
Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	$\alpha\text{-Fe}$	Fe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	$\alpha\text{-Fe}$
25223,4	2618,4	—	—	90,6	9,4	—	—

Методом рентгеновской тензометрии были определены остаточные напряжения на образце оправки. Величина напряжений – до 90 МПа. Характер напряжений – растягивающие.

Таким образом, несмотря на наличие развитой переходной зоны в структуре оксидированного покрытия растягивающие внутренние напряжения, низкая твердость стальной основы, недостаток специальных легирующих элементов (V, W, Mo и др.) и отсутствие «вязкой» окалины – вюстита в функциональном переходном слое – в совокупности приводят к низкой стойкости прошивных оправок.

После проведения лабораторных исследований для подтверждения полученных результатов, осуществлялись экспериментальные испытания оправок в промышленных условиях. В рамках 2-го этапа исследования были отобраны 15 оправок с разбие-нием их на 3 группы по наличию визуальных дефектов оксидированного покрытия:

- 1) оправки без визуальных дефектов;
- 2) оправки с красно-бурым налетом и шелушением оксидированного покрытия;
- 3) оправки с отслоением верхнего слоя оксидированного покрытия.

Промышленные испытания отобранных прошивных оправок осуществлялись при прокате профилеразмера труб $60,3 \times 5,54$ мм из стали марки В.

В целях адекватного сравнения полученной стойкости эксперимент производился согласно нижеприведенной методике.

Методика проведения испытаний:

- 1) настройка прошивного стана на получение одинакового размера гильзы;
- 2) одинаковая длина прошиваемой заготовки (2550 мм);
- 3) задача оправок в прошивной стан в режиме чередования;
- 4) постоянные и равномерные условия охлаждения оправок.

В табл. 2 приведена общая статистика по средней стойкости испытанных прошивных оправок для каждой группы качества наружной поверхности.

Из приведенных данных видно, что все отобранные прошивные оправки испытывались в одинаковых условиях и показали одинаково низкую стойкость.

Таким образом, можно отметить, что красно-бурый налет является следствием наличия большого количества гематита в структуре оксидированного покрытия оправок.

Таблица 2

Сравнительная средняя стойкость оправок

Качество оксидированного покрытия прошивных оправок	Количество использованных оправок, шт.	Число проходов	
		суммарное	условное*
Без визуальных дефектов	5	43	45
Красно-бурый налет и шелушение	5	62	64
Отслоения оксидной пленки	5	56	58

*Условное число проходов – это суммарное число проходов прошивки, отнесенное к стандартной длине заготовки, равной 2455 мм.

Отслоения верхнего слоя оксидированного покрытия вызваны внутренними напряжениями в системе «защитное покрытие – стальная основа» в результате проводимой термообработки. По имеющимся практическим данным, верхний слой окали-

ны «прирабатывается» в начальный период разогрева оправки и защитные функции выполняет переходной слой.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Изучено строение оксидированного покрытия прошивных оправок ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Установлено, что покрытие состоит из двух зон, включающее оксиды Fe_2O_3 и Fe_3O_4 с различным количественным соотношением.

2. Растягивающие внутренние напряжения, низкая твердость стальной основы, недостаток специальных легирующих элементов (V, W, Mo и др.) и отсутствие фазы вюститита FeO в функциональном переходном слое в совокупности приводят к низкой стойкости прошивных оправок.

3. Дефекты оксидированного покрытия оправок, такие как красно-бурый налет, отслоение и шелушение верхнего слоя оксидной пленки являются следствием действующей технологии термообработки – отжига в шахтной электрической печи.

Л и т е р а т у р а

1. Вавилкин, Н. М. Прошивная оправка / Н. М. Вавилкин, В. В. Бухмиров. – М. : МИСИС, 2000. – 128 с.
2. Трубное производство : учебник / Б. А. Романцев [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Издат. Дом МИСИС, 2011. – 970 с.
3. Герасимов, Ю. Л. Совершенствование калибровки оправки диаметром 120 мм для прошивки заготовок в двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки / Ю. Л. Герасимов, С. В. Авдеев, Ю. Л. Бобарикин // *Металлург*. – 2015. – № 9. – С. 62–65.
4. Iida, S. Influence of iron oxide of carbon steel on lubricating properties in seamless pipe hot rolling and the effectiveness of borax application / S. Iida, Y. Hidaka // *Tetsu-to-Hagane/Journal of the Iron and Steel Institute of Japan*. – 2010. – № 9. – P. 550–556.
5. Сенякина, А. С. Исследование микротвердости оправки прошивного стана и ее влияние на износостойкость / А. С. Сенякина, О. А. Макарова // *Изв. ВолгГТУ*. – 2013. – № 20 (123). – С. 60–62.